

теплоотдачи являются достоверными и соответствуют приведенным данным в литературе.

Проведем оценку погрешности определения коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении, полученного экспериментальным путем (3).

В связи с тем, что все измеряемые параметры определяются с допускаемыми отклонениями, которые можно считать предельными значениями погрешности, то и сам коэффициент теплоотдачи может быть оценен с каким-то пределом допускаемой погрешности. Коэффициент теплоотдачи определяется как результат косвенных измерений параметров Q , F , t_c , t_n , поэтому предел допускаемой абсолютной погрешности определения коэффициента теплоотдачи может быть подсчитан по формуле (6):

$$\Delta\alpha = \sqrt{\left(\left(\frac{\partial\alpha}{\partial Q}\right) \cdot \Delta Q\right)^2 + \left(\left(\frac{\partial\alpha}{\partial t_c}\right) \cdot \Delta t_c\right)^2}. \quad (6)$$

Расчетный коэффициент теплоотдачи равен:

$$\alpha_{\text{экспер}} = \frac{Q}{F \cdot (t_c - t_n)} = \frac{6794}{6,374 \cdot 10^{-3} \cdot 5,3} = 201122 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}}.$$

Предел допускаемой относительной погрешности:

$$\delta_\alpha = \frac{\Delta\alpha}{\alpha_{\text{экспер}}} \cdot 100 = \pm \frac{1909}{201122} \cdot 100 = \pm 1 \, \%.$$

Из результатов расчета абсолютной погрешности измерения коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении следует, что наибольшая составляющая величины погрешности связана с погрешностью измерения напряжения. При детальном изучении погрешности измерения напряжения было установлено, что наибольшая величина случайной погрешности связана с измерением падения напряжения на образцовом сопротивлении.

Список литературы

1. Цветков Ф. Ф., Григорьев Б. А. Тепломассообмен : учебник для вузов. М. : Издательский дом МЭИ, 2011. 562 с., ил.
2. Исаченко В. П., Осипова В. А., Сукомел А. С. Теплопередача: учебник для вузов. М.—Л. : Энергия, 1982. 422 с., ил.
3. Исследование теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости: паспорт лабораторного комплекса. 4 с.

УДК 697.34

Ветлов Е. С.
Уральский федеральный университет,
Vetlov66@rambler.ru

ОЦЕНКА МАСШТАБОВ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОБОГРЕВ СПУТНИКОВ ХВС

Передача тепла в системах централизованного теплоснабжения всегда сопровождается потерями энергии в окружающую среду. Определение величины

тепловых потерь при тарифообразовании регламентируется [1], но на практике нормативные тепловые потери зачастую существенно ниже фактических.

Наиболее точные результаты при оценке фактических тепловых потерь позволяет получить методика [2]. Состоятельность данного метода подтверждается опытными результатами, полученными в работе Г. Ш. Димидова [3].

Основной тип прокладки рассматриваемых сетей надземный, при этом почти во всех населенных пунктах с надземной прокладкой совместно с трубопроводами ГВС в одном пучке уложены трубы холодного водоснабжения.

Такая совместная укладка трубопроводов обусловлена защитой водовода от перемерзания в зимний период. Теплоизоляция такого пучка трубопроводов выполнена единой оплеткой, что естественно приводит к потерям тепловой энергии в водовод. Оптимальным решением данной проблемы может стать укладка водовода в общем пучке с устройством для него дополнительной отдельной изоляции.

В настоящей статье предложена упрощенная методика качественной оценки тепловых потерь на обогрев спутника ХВС.

На рис. 1 показана наиболее характерная для обследованных населенных пунктов Свердловской области конструкция совместной прокладки трубопроводов горячего и холодного водоснабжения. В качестве расчетной модели вычислений используется схема, применяемая при расчетах теплообмена в теплоизоляционных конструкциях обогреваемых продуктопроводов [4].

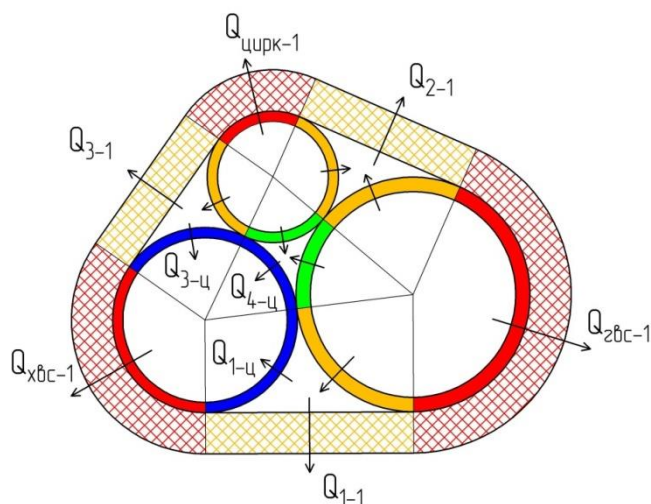


Рис. 1. Расчетная схема пучка трубопроводов; трубопроводы:

ГВС – горячее водоснабжение;
цирк – циркуляция горячей воды;
ХВС – холодное водоснабжение

Для вычисления тепловых потоков использовалось уравнение теплопередачи [5]:

$$Q = k (t_1 - t_2) F, \quad (1)$$

где k – коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К); F – площадь поверхности теплообмена; $(t_1 - t_2)$ – разность температур, °С.

Значения температур воздуха в полостях, образованных теплоизоляционным кожухом и трубами, определялись из балансовых уравнений (2) и (3):

$$Q_{\text{пол-н.в.}} + Q_{\text{тр-пол}}^{i1} + Q_{\text{тр-пол}}^{i2} = 0, \quad (2)$$

$$Q_{\text{тр-пол}}^{\text{ХВС}} + Q_{\text{тр-пол}}^{\text{ГВС}} + Q_{\text{тр-пол}}^{\text{цирк}} = 0, \quad (3)$$

где Q – тепловые потоки через поверхности, образующие полость, Вт/м²; $Q_{\text{пол-н.в.}}$ – теплоизоляционный слой; $Q_{\text{тр-пол}}^{il}$ – сектора трубопроводов.

Основываясь на данной методике, были получены результаты и зависимости, характеризующие процесс переноса тепла в пучке трубопроводов. На рис. 2 представлены значения потерь энергии от температуры наружного воздуха в теплопроводе с теплоизоляционной оплеткой толщиной $\delta_{\text{изол}} = 30$ мм. На рис. 3 показано влияние толщины общей теплоизоляционной оплетки на характер распределения тепловых потерь. Так для среднегодовых условий работы системы теплоснабжения 0,6 °С и толщине изоляции 30 мм полные линейные тепловые потери составляют 25 Вт/м, а доля потерь в спутник ХВС составляет 61 % (15 Вт/м).

Укладка трубопровода ХВС в отдельной теплоизоляции позволяет значительно снизить тепловые потери (рис. 4), так для тех же условий ($t_{\text{н.в.}} = 0,6$ °С, $\delta_{\text{изол}} = 30$ мм) и толщине изоляции ХВС 20 мм полные линейные тепловые потери составляют 19 Вт/м, а доля потерь в спутник ХВС составляет 35 % (6 Вт/м), т. е. за счет изоляции водовода холодного водоснабжения потери снизятся на 24 %.

На рис. 5 представлены результаты расчетов для наиболее распространенных сочетаний диаметров трубопроводов. Из рис. 5 видно, что вклад потерь водовода в общем балансе тепловых потерь с уменьшением диаметров трубопроводов в пучке увеличивается.

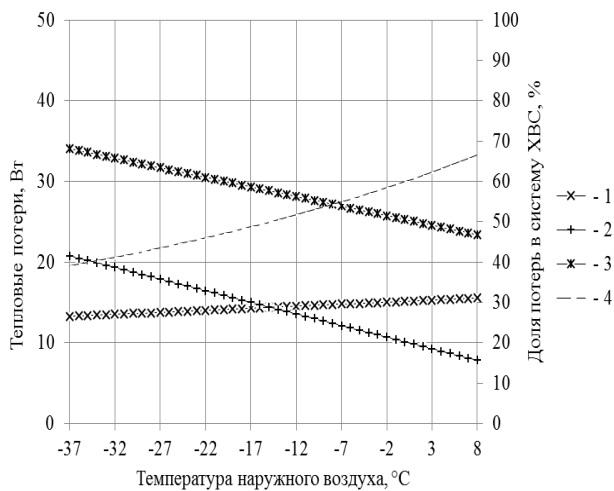


Рис. 2. Зависимость тепловых потерь в пучке трубопроводов со спутником ХВС от температуры наружного воздуха:
1 – потери в спутник ХВС;
2 – потери в окружающую среду;
3 – суммарные потери;
4 – доля потерь в спутник ХВС

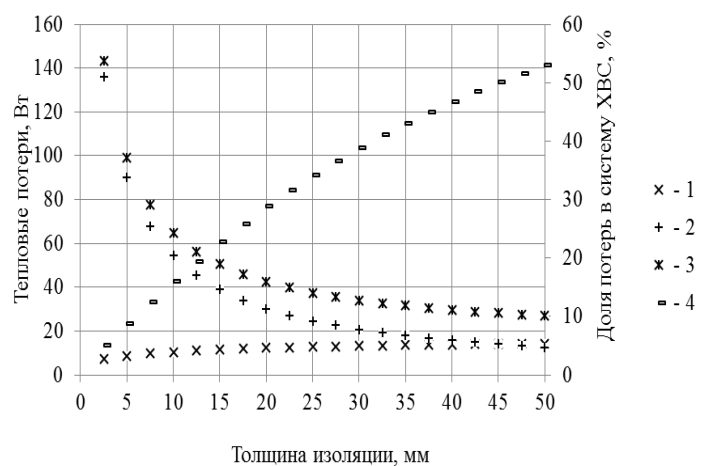


Рис. 3. Зависимость тепловых потерь в окружающую среду и в спутник ХВС от толщины изоляции:
1 – потери в спутник ХВС;
2 – потери в окружающую среду;
3 – суммарные потери;
4 – доля потерь в спутник ХВС

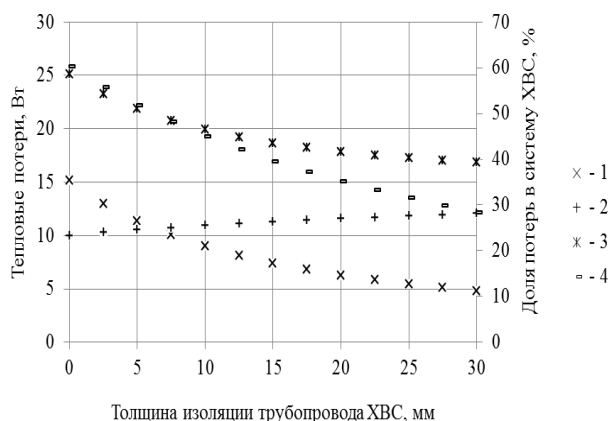


Рис. 4. Зависимость тепловых потерь в окружающую среду и в спутник ХВС от толщины теплоизоляции, покрывающей трубопровод ХВС:
1 – потери в спутник ХВС;
2 – потери в окружающую среду;
3 – суммарные потери;
4 – доля потерь в спутник ХВС

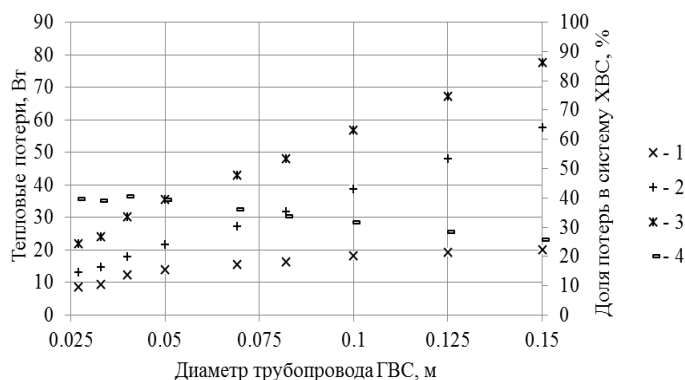


Рис. 5. Зависимость тепловых потерь в окружающую среду и в спутник ХВС для пучков трубопроводов различного диаметра:
1 – потери в спутник ХВС;
2 – потери в окружающую среду;
3 – суммарные потери;
4 – доля потерь в спутник ХВС

Список литературы

1. Инструкция по организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по расчету и обоснованию нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, утв. приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 30 декабря 2008 г. № 325.
2. РД 34.09.255-97. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных тепловых сетях. М., 1998.
3. Димидов Г. Ш. Об испытаниях теплопроводов в ППМ-изоляции // Новости теплоснабжения. 2006. № 4. С. 37–40.
4. Хижняков С. В. Практические расчеты тепловой изоляции (для промышленного оборудования и трубопроводов). Изд. 3-е, перераб. М. : Энергия, 1976.
5. Королев В. Н. Тепломассообмен : учеб. пособие. Екатеринбург : УПИ, 2006.

УДК 62-685

Гимадиева Г. А., Зиганшин А. М.
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
amziganshin@kgasu.ru

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ В ПЛОСКОМ ВЫТЯЖНОМ ТРОЙНИКЕ

Основное количество энергии, затрачиваемое в системах вентиляции, расходуется на преодоление сил трения, а также потерь давления в местных сопротивлениях. Последняя составляющая потерь происходит из-за изменения структуры течения в возмущающих элементах (ВЭ). Исследование течения в возмущающих элементах позволяет более подробно изучить его характеристики и возможные пути снижения местных потерь. В работе численно исследуется течение в вытяжном равнобедренном (ширина канала $b = 0,1$ м) тройнике на